przyroda

Janczewski
Ed. Fr.

Odbitka ze Sprawozdań Akademii. Umiejęt. w Krakowie 1876 r.

BADANIA

nad rozwojem pączka u Skrzypów.

(Equisetaceae).

przez

Ed. Fr. Janczewskiego.

(Tablica VII i VIII).

Za dawnych epok geologicznych, klassa Skrzypów stanowiła poważną cząstkę roślinności naszéj ziemi i nie małą odegrała rolę w utworzeniu pokładów węgla kamiennego; paleontologija podaje nam 13 rodzajów i około stu gatunków do téj klassy zaliczanych. Do naszych czasów doszła tylko cząsteczka tych roślin, a mianowicie jeden rodzaj Skrzypu z dwudziestu kilkoma gatunkami. Pływające Anularyje i Sfenofylla wymarły zarówno jak stósunkowo do naszych skrzypów olbrzymie Kalamity i zostały pogrzebane w pokładach dewońskich, permskich (dyasowych) a głównie węgla kamiennego. Wymarły także i inne rodzaje związane ściślejszémi węzłami pokrewieństwa z naszym Skrzypem, który pozostał sam jeden przetrwawszy od epoki tryasowéj aż do dnia dzisiejszego.

Już sama ta okoliczność, że skrzypy są resztką zaginionéj klasy roślin, powinnaby nas pobudzić do ich wszechstronnego zbadania i odtworzenia na zasadzie zdobytych faktów zupełnego téjże obrazu, jak pod względem kształtów zewnętrznych, tak téż pod względem organografii, anatomii i historyi rozwoju. Gdyby nasze Skrzypy były roślinami rzadkiemi, albo jeszcze lepiéj egzotycznemi, więcéj byśmy z pewnością wiedzieli o ich organizacyi, niż to dzisiaj ma miejsce; codzienne ich napotykanie w naszym klimacie dużo im uroku odbiéra i odstręcza botaników szkoły anatomicznéj od wzięcia tych dość ciekawych roślin w opiekę, i rozstrzygnięcia niektórych badań morfologicznych, które się tam dotąd nastręczają.

Otóż w historyi rozwoju Skrzypów są dwa pytania na porządku dziennèm: jedno, jestto rozwój zarodka, drugie — rozwój pączków, a więc gałązek bocznych i korzeni.

Rozwój zarodka był już badanym przez Hofmeistra [1]), ale rezultaty, do których on doszedł, zostały w części zakwestyjonowane przez Duval-Jouvea [2]). Wprawdzie ten badacz ostatni nie był dostatecznie obeznany z odpowiedniemi metodami poszukiwania, i w kwestyjach delikatniejszych wpadał zwykle na manowce, jednakowoż jest rzeczą konieczną dla nauki, pytanie to podjąć na nowo i rozstrzygnąć ostatecznie, czy rozwój zarodka Skrzypów od-

---

[1]) W. Hofmeister. *Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen.* 1 Heft. 1855.

[1]) Duval-Jouve. *Histoire naturelle des Equisetum de France.* Paris 1864, str. 110 i dalsze.

bywa się na wzór tak blizko z niemi spokrewnionych paproci, albo czy nie zachodzą tam jakie ważne różnice, mogące stanowić cechę klasy Skrzypów.

Drugiém pytaniem do rozstrzygnięcia w morfologii Skrzypów, była to pomrokiem okryta geneza gałązek i korzeni przybyszowych, a więc właściwie historyja rozwoju pączków, dających początek tym organom.

O ile nasze sięgają wiadomości, dopiéro od wydania porównawczych poszukiwań nad rodniowcami Hofmeistra [1]) utwierdziło się w nauce mniemanie, jakoby skrzypy były tą jedyną klasą roślin, których rozgałęzienie ma polegać na tworzeniu się pączków wewnątrz tkanki łodygowéj, a więc przybyszowych. Gdyśmy się przed dwoma laty zastanowili głębiéj nad tém twierdzeniem i chcieli zrozumieć podaną przez Hofmeistra historyję rozwoju pączków, zaraz doszliśmy do przekonania, że to kwestyja zupełnie ciemna, w któréj nie mało pozostaje do zrobienia. Ponieważ „*venir voir les choses est le meilleur moyen de les expliquer*“, jak to wybornie powiedział Turpin, przeto i my udaliśmy się do poszukiwań, a pobieżne nawet rozpatrzenie się w tym przedmiocie nauczyło nas wkrótce, jak mylném było twierdzenie Hofmeistra i wszystko to, co się pod tym względem w nauce zakorzeniło.

Przekonaliśmy się już wówczas, że pączki Skrzypów nie powstają wcale we wnętrzu pochwy lub łodygi, a więc i nie są przybyszowemi, jak to dotąd

---

[1]) W. Hofmeister. *Vergleichende Untersuchungen über die höheren Kryptogamen.* Leipzig 1851 p. 94.

utrzymywano. Inne jednak zajęcia zmusiły nas na razie poprzestać na tych dorywczych spostrzeżeniach i wyczekiwać wolniejszych chwil i takich właśnie, w których moglibyśmy znaleźć materyjał w zupełnie odpowiednim stopniu rozwoju. Dopiéro obecnéj wiosny udało nam się przeprowadzić nasze badania z całą ścisłością na dwóch gatunkach: Skrzypie polnym (*Equisctum arvense*) i Sk. mułowym (*E. limosum*), z których piérwszy jest w okolicach Krakowa równie pospolitym jak wszędzie na gruntach lekkich, a drugi obficie się znajduje w sadzawkach za Wisłą.

Nim jednak przejdziemy do wyłuszczenia naszych poszukiwań, rzućmy okiem na to, co poprzedni nam badacze wypowiedzieli w kwestyi obecnie nas obchodzącéj.

Piérwsze i ważne w tym względzie wiadomości podał znakomity badacz rodniowców, Hofmeister. „Pączék wiérzchołkowy łodygi Skrzypów nigdy się nie rozgałęża, powiada ten autor [1]). Rozgałęzienie odbywa się wyłącznie za pomocą pączków przybyszowych, które powstają w określonych miejscach, w krążkowatéj nasadzie pochwowatego liścia, po jednym pączku (z małémi wyjątkami) w kącie pomiędzy dwiema blaszkami liściowemi. Zaczątek pączka powstaje zwykle przed wytworzeniem się wiązek naczyniowych w odpowiednim stawie łodygi. W oznaczoném miejscu nasady liścia, pewna komórka drugiéj lub trzeciéj (od powiérzchni) warstwy, czasem już w trzecim lub czwartém z najmłodszych liści, zaczyna się powiększać, odznaczać swoją bezbarwną i śluzowatą

---

[1]) *Vergleichendc Untersuchungen.* p. 94.

zawartością, a w skutek mniéjszego wydłużenia się od swych sąsiadek zaczyną oddzielać się od nich z boku i na szczycie. Wkrótce powstają w niéj przegródki i robią z niéj czynną komórkę twórczą, która naśladuje najzupełniéj komórkę twórczą łodygi. Kierunek odcinków komórki twórczéj pączka jest prawie bez wyjątku prostopadły do płaszczyzny przechodzącéj przez oś pędu głównego. Pod nasadą liścia rychło ujawnia się obecność pączka przez wypukłość powiérzchni łodygi. Przy dalszym rozwoju pączek wychodzi nareszcie na zewnątrz, zrobiwszy sobie otwór w nasadowéj części pochwowatego liścia".

Duval-Jouve idzie niemal zupełnie za zdaniem Hofmeistra. „Łodyga Skrzypów, powiada on [1]), jest ściśle pojedynczą, nie rozdwaja się, ani rozdziela na osie boczne (z wyjątkiem przypadków nadwerężenia), ale w większości gatunków posiada gałązki boczne zebrane w okółka. Te gałązki powstają z pączków przybyszowych znajdujących się w nasadzie pochew, i są z listkami tych pochew naprzemianległe".

„Te pączki, mówi poniżéj ten sam autor [2]), powstają na powiérzchni walca wewnętrznego, naprzeciwko brózdy t. j. pomiędzy dwiema blaszkami pochwy, i w tym samym kierunku pionowym, któryby przeszedł przez duże przewody powietrzne kory. W miejscu wymienioném, w linii rozdzielającéj dwie blaszki i trochę pod ich nasadą, jedna komórka zewnętrznéj warstwy, mającéj już należeć do walca

---

[1]) l. s. c. p. 13.
[2]) l. s. c. p. 65.

wewnętrznego, zaczyna się wyróżniać swą zawartością bezbarwną i śluzowatą, a głównie swémi znaczniejszemi rozmiarami i ksz'ałtem poprzecznie jajowatym, a nie wydłużonym od góry ku dołowi. Zamiast wyciągać się w kierunku podłużnym na wzór swych towarzyszek, wyrasta ona promieniowo ku zewnątrz, z ich warstwy wystércza, i niezadługo dzieli się poprzecznie do osi swego wzrostu [1].

Ponieważ dalsze podziały komórki macierzystéj pączka opisuje Duval-Jouve podobnie jak podziały komórki twórczéj łodygi, przeto nie będziemy się bawić tutaj w wyłuszczanie jego wyobrażeń dowodzących jak mało ten autor był uzdolniony do studyjów histogenicznych.

Sachs naszą kwestyją zajmował się tylko pobieżnie. „Skrzypy, mówi on w swym podręczniku [2], są jedyną klasą roślin, których rozgałęzienie wyłącznie polega na tworzeniu się bocznych pączków wewnętrznych w tkance najmłodszych pochew". Ten sam badacz powiada cokolwiek poniżéj [3], że widział także pączki zaledwie złożone z dwóch lub cztérech komórek, których układ wskazywał, że komórka macierzysta pączka bezpośrednio się zmienia w trójboczną jego komórkę twórczą.

Wszyscy tedy badacze zgadzali się na to, że pączki Skrzypów powstają wewnątrz tkanki, i są dla téj przyczyny przybyszowe; jeden Sachs tylko wy-

---

[1]) l. s. c. p. 66.

[2]) Sachs. *Lehrbuch der Botanik.* 4te Auflage (1874) p. 396.

[3]) l. s. c. p. 397.

powiedział, że morfologiczne miejsce ich powstawania, nie jest jeszcze dokładnie oznaczoném [1]). Zobaczmy teraz, co ci sami badacze twierdzili o powstawaniu korzeni przybyszowych, które wychodzą tuż pod pączkami, albo je téż zupełnie zastępują w częściach podziemnych.

W każdym węźle łodygi wszystkich Skrzypów, powiada Hofmeister [2]), który się znajduje w ciemności i w wilgotném otoczeniu, wytwarza się okółek bocznych korzeni w równéj wysokości z przeponą (*Diaphragma*), i tuż pod zaczątkami pączków przybyszowych. W dolnych węzłach silnych pędów jesiennych tworzy się w każdém podobném miejscu jeden korzeń boczny, zwykle dwa takowe, a czasem i trzy tuż obok siebie".

„Korzenie boczne, równie jak pączki przybyszowe mogą się długo znajdować w stanie spoczynku" [3]).

Poglądy Duval-Jouvea są już cokolwiek odmienne od Hofmeistrowskich. „Korzenie powstają w okółkach, ale w późniejszym rozwoju uchylają się od prawa, które wszystko u Skrzypów układa w okółki. Rozgałęzienia ich nie są ani okółkowe, ani stawowate, ale naprzemianległe i kilka razy się powtarzające. Te podziały zaczynają się już w saméj nasadzie korzenia, zdaje się wówczas, jakoby z jednego pączka wychodziły dwa lub trzy korzenie, lub, że dwa są okółka korzeni" [4]).

---

[1]) l. s. c. p. 396.
[2]) *Vergleichende Untersuchungen.* pag. 95.
[3]) l. c. p. 97.
[4]) l. s. c. p. 5.

„Pączki korzeniowe, twierdzi poniżéj tenże sam autor [1]), powstają w brózdach prawie naprzeciw przepon i bezpośrednio pod pączkami gałązkowemi [2]), lecz nigdy nie są z témi ostatniemi naprzemianległe. One się nigdzie więcéj nie tworzą".

„Przekrój pączka korzeniowego sprowadzonego do swych komórek piérwotnych przedstawia gromadkę komórek, w któréj nic rozpoznać nie zdołałem" [3]).

Sachs zdaje się zupełnie przychylać do zdania Duval-Jouvea, skoro twierdzi, że korzenie Skrzypów powstają w okółkach i to po jednym pod każdym pączkiem [4]).

Z mniemań dopiéro co przytoczonych, naprzód odeprzeć stanowczo musimy twierdzenie Hofmeistra, jakoby pączek wiérzchołkowy Skrzypów nigdy się nie rozdzielał. Przemawiają przeciw temu liczne świadectwa, wymienię tylko Mildego [5]) i Duval-Jouvea [6]) a nawet Vauchera, u którego znajdujemy wzmiankę podobnie brzmiącą [7]); wreszcie pewnego dnia naleźliśmy z Drem Rostafińskim na wałach krakowskich kilkanaście rozwidlonych okazów Skrzypu polnego. Z pod pewnéj pochwy, znajdującéj się w poło-

---

[1]) l. c. p. 70.
[2]) l. c. Tab. I. fig. 8.
[3]) l. c. p. 72.
[4]) l. s. c. p. 397.
[5]) *Die Gefässkryptogamen von Schlesien.* Nova acta Acad. Leop. Carol. T. XX. Część 2.
[6]) l. s. c. p. 152.
[7]) Vaucher. Monografia Skrzypów. Tłómaczenie panny Wolfgang.

wie lub już ku wierzchołkowi łodygi, zamiast jednego wychodziły dwa ramiona ostry kąt ze sobą stanowiące i jednostajnie rozwinięte. Jedno z tych ramion lub czasem oba były ku końcowi raz jeszcze w podobny sposób rozwidlone. Że tu nie mieliśmy do czynienia z zanikiem osi i silném wykształceniem dwóch bocznych gałązek, to nawet mówić nie potrzebujemy, boć oba ramiona z wnętrza pochwy wychodziły, a w jéj nasadzie znajdował się zupełnie kompletny okółek gałązek bocznych. Wcale inna być musi tego przyczyna, bo w kilku międzywęźlach poniżéj rozwidlenia leżących silne były ślady tego rozczepienia.

Gdyśmy już streścili zdania panujące w nauce o kwestyi nas obchodzącéj, możemy teraz zrobić małą wycieczkę do organologii Skrzypów i opowiedzieć w krótkości, jak wzrastają ich łodygi i gałązki, jedném słowem, te sama organa, których rozwojem będziemy się wkrótce zajmowali, i jaka jest ich budowa w głównych zarysach.

Otoczony znaczną ilością młodych pochewek liściowych, stożek rostowy łodygi Skrzypów bywa mniéj lub więcéj wydłużony i zakończony jedną dużą komórką twórczą. Ta ostatnia ma kształt ostrosłupa trójściennego, zwróconego ku górze nasadą, będącą równobocznym trójkątem sferycznym [1]. W téj komórce twórczéj, odcinki powstają równoległe do płaszczyzn bocznych, a więc są ku sobie nachylone pod kątem 120° i stanowią trzy szeregi podłużne. Te

[1]) Cramer. *Längenwachsthum und Gewebebildung bei Equisetum in:* Nägeli *und* Cramer, *Pflanzenphysiologische Untersuchungen.* Vol III, 1855.

odcinki powstają wprawdzie kolejno i tworzą śrubę, jednakże w zwykłych przypadkach przesuwają się one bardzo wcześnie w ten sposób. że trzy odcinki stanowiące jeden obrót śruby, układają się w blaszkę (warstwę) poprzeczną [1]. Podług Reessa takie trzy odcinki jednego obrotu następują po sobie bardzo rychło, podczas kiedy pomiędzy zjawieniem się ostatniego odcinka w obrocie poprzednim, a utworzeniem się piérwszego w danym obrocie, daleko dłuższa zachodzi przerwa. W ten sposób z jednego obrotu, w skutek nierównego wzrostu odcinków w kierunku osi łodygi, powstaje poprzeczna blaszka tkanki, a z niéj stopniowo jeden staw, złożony z pochwy i pod nią leżącego międzywęźla łodygi.

Pochwa powstaje jako pierścień tkanki, który się podnosi z górnéj części stawu: dolna część stawu mniéj się w poprzek rozrasta, ale za to komórki jéj dzielą się gęstemi przegródkami poprzecznemi, a sama tkanka wyciąga się w długie międzywęźle. Pochwa rośnie w kierunku pionowym i rozszczepia się na swym brzegu na różną ilość ząbków; wzdłuż każdego z nich przebiega nerw (wiązka naczyniowa), ujawniający się w postaci karbu podłużnego na powiérzchni. Wiązka każdego ząbka zstępuje do łodygi i tam przebiega całe międzywęźle, aż do węzła poniżéj leżącego. Międzywęźle jest przeto podobnéj budowy, jak sama pochwa i tak samo karbowane. Pod karbem więc znajdziemy zawsze w głębi wiązkę naczyniową, pod brózdą zaś, przewód powietrzny

[1]) Reess. *Zur Entwickelungsgeschichte der Stammspitze von Equisetum.* Pringsheims Jahrbücher. B. V.

w korze wydrążony. Jeżeli zważymy teraz, że karby pochwy i międzywęźla, będącego właściwie tylko jéj częścią nasadową, są regularnie naprzemianległe, z karbami w stawie sąsiednim, to łatwo zrozumiémy, że otwory jednego trafiają pomiędzy takoweż sąsiedniego, a więc że wiązki naczyniowe jednego stawu kończą się w węźle pomiędzy wiązkami stawu niższego wchodzącemi do pochwy tego ostatniego.

Brak takiego bezpośredniego połączenia zastępują u skrzypów spójki *(Comissurae)*, złożone z dużych a krótkich komórek naczyniowych, łączące pierścieniem zygzagowatym wszystkie wiązki dwóch stykających się stawów w tkance samego węzła.

Że gałązki boczne wychodzą u skrzypów zawsze pomiędzy karbami w nasadzie pochwy, a więc z karbami niższego stawu są naprzemianległe i odpowiadają karbom (a więc i wiązkom naczyniowym) stawu wyższego, o tém już było mowa w przeglądzie zdań w nauce panujących o naszéj kwestyi.

Przypomniawszy w krótkich słowach organologiję skrzypów, ich wzrost i budowę, możemy już teraz zmierzać prostą drogą do naszego celu i przedstawić rozwój pączków najprzód w skrzypie polnym, a póżniéj w skrzypie mułowym, gdyż pomiędzy temi gatunkami zachodzą pewne różnice, które nie pozwalają razem ich traktować.

Skrzyp polny.

(Equisetum arvense L.)

Badania rozwoju pączków u tego gatunku uskutecznialiśmy przeważnie na łodygach płonnych, zebranych 30 Marca r. b. a więc bardzo młodych i znaj-

dujących się jeszcze pod ziemią. Zdaje się, że chwila, w któréj zebraliśmy nasz materyjał, była bardzo stósownie wybraną, bo łodygi znajdowały się wówczas w pełnym wzroście wiérzchołkowym, a gałązki boczne w stanie pączków, z których jedne były zupełnie już wykształcone, inne zaś przedstawiały wszystkie stopnie rozwoju, aż do najmłodszych.

Jeżeli zrobimy wycinek podłużny i osiowy z wiérzchołka młodéj takiéj łodygi płonnéj, to możemy mieć w tym samym preparacie i najmłodsze pączki sprowadzone do ich komórki macierzystéj, pączki wykształcone już do tego stopnia, że ich stożek rostowy całkowicie jest przykryty przez piérwszą pochewkę. Otóż takie wycinki podłużne ze szczytu saméj łodygi stanowiły podstawę naszych badań; wycinki zaś poprzeczne, wzięte w różnéj wysokości łodygi, oraz styczne z młodszych jéj części, służyły nam tylko za kontrolę i jako dopełnienie rezultatów osiągniętych poprzednią metodą.

Jeżeli taki wycinek podłużny został dobrze poprowadzony i przeszedł zarazem przez oś pączków bocznych, to z łatwością wtenczas spostrzegamy, że pochwa, w nasadzie któréj pączek się znajduje, jest daleko cieńszą, aniżeli pochwa po nad nią lub téż pod nią leżąca. Przyczynę tego łatwo nam zrozumiéć. Pączek wyrasta z pod brózdy pochwy, a nie z jéj karbu; na wycinku przeto otrzymamy tę brózdę jako pochwę cienką. Z tegoż samego powodu obie pochwy sąsiednie (górna i dolna), a więc przecięte wzdłuż karbu, będą znacznie grubsze i zawiérać będą wiązkę naczyniową, jeśli ta już się wykształciła. Dla téj to przyczyny, z każdego boku wycinka podłużnego

mieć będziemy najregularniéj naprzemianległe pochwy grube i cienkie, a pączki znajdować się będą tylko w kątach tych ostatnich [1]).

Różnica grubości pochwy, zależna od kierunku wycinka, daje się rozpoznać w młodym bardzo stanie, i staje się nicią przewodnią w odszukiwaniu komórki macierzystéj pączka; znajdujemy tę komórkę macierzystą już bardzo wcześnie, czasem nawet pomiędzy dwiema najmłodszemi pochwami, z których górna zaledwie zdołała się zarysować (Tab. VII, fig. 1). Jest to komórka zupełnie zewnętrzna, wydłużona w kierunku promieniowym i cokolwiek większa od sąsiednich; leży zaś ona w głębi szpary rozdzielającéj dwie pochwy sąsiednie, i właśnie w tym samym promieniu, w którym pochwa nad nią leżąca jest najgrubszą, a pod nią się znajdująca najcieńszą (Tab. VII, fig. 1, 2). W chwili założenia, ta komórka macierzysta musi być równie wązką i długą jak ta, która leży ponad nią; powiększając swą objętość, wciska się trochę w tkankę poniżéj się znajdującéj pochwy i dla téj przyczyny czasem wcale nie powiększa powiérzchni zetnięcia się z przestrzenią szpary.

Skorośmy odszukali komórkę macierzystą pączka już w tak młodym wieku, staraliśmy się rozstrzygnąć od jakiego obrotu odcinków (późniéjszego stawu) takowa pochodzi: od górnego, czy też od dolnego? Wobec tak stałego przeznaczenia różnych warstw tkanki jednego obrotu odcinkowego (stawu), jakie wykazał Reess [2]), należało się i tutaj spodziéwać po-

[1]) Porównaj Tab. VIII, fig. 3.

[2]) l. c. s. Osobna odbitka, str. 16, 18.

dobnéj prawidłowości. Na zasadzie badań Reessa, podług których górne piętro z odcinka pochodzącéj tkanki bierze udział w utworzeniu pochwy, wypadało przypuszczać, że komórka macierzysta pączka na granicy dwóch stawów się pojawiająca, należeć powinna do dolnego piętra stawu górnego. Rzeczywiście, niektóre obrazy (Tab. VII, fig. 1), zdają się to przypuszczenie zupełnie potwierdzać.

Bliżéj się rozpatrując w tém pytaniu, okazało się, że to prawo przez Reessa podane, nie jest bezwzględnie prawdziwém, gdyż nieraz górna warstwa stawu dolnego nie bierze udziału w utworzeniu jego pochwy, a przyłącza się do międzywęźla górnego. Z tego, cośmy dostrzegali, nie jest niemożliwém, żeby dolne piętro stawu górnego nie przyłączało się czasem do stawu dolnego i nie brało udziału w wytworzeniu górnéj powiérzchni jego pochwy. Jedném słowem, takiéj ścisłéj prawidłowości w rozwoju i tak ostréj granicy pomiędzy dwoma powstającemi stawami, jak twierdził Reess, w rzeczywistości nie ma.

Skoro ta granica histogenicznie wcale stałą nie jest, więc téż nic dziwnego, że się nam nieraz zdarzyło takie otrzymywać preparaty, z których wypadało sądzić, iż komórka macierzysta pączka należała do stawu znajdującego się pod nią. Wypada przeto z naszych spostrzeżeń, że pochodzenie komórki macierzystéj pączka bywa równie zmienném, jak mało ścisłą jest granica pomiędzy tkanką pochodzącą od dwóch sąsiednich obrotów odcinkowych.

Nareszcie szukaliśmy rozjaśnienia naszego pytania w układzie gałązek tak prawidłowo wyrastających z brózd pochwy. Względem czego te gałązki

są zwrócone w przypadku, kiedy liczba karbów w dwóch stawach po sobie następujących nie jest równą, o tém żadnéj nigdzie wzmianki nie napotkaliśmy. Badanie nam wykazało, że w tym razie gałązki wcale się nie pilnują karbów, a więc i wiązek międzywęźla górnego, lecz się zawsze stósują do liczby tych części międzywęźla poniżéj leżącego, i pochwy, z któréj nasady wyrastają. Z tego powodu symetryja układu chyba za tém przemawia, że pączki znajdują się w pochodnym związku ze stawem dolnym, co dla niektórych przypadków z pewnością nie jest prawdziwém. Mamy więc tutaj jeden z licznych dowodów, jak to rośliny mało baczą na te prawa geometryczne, które im nieraz gwałtem narzucić chcemy.

Dalszy rozwój komórki macierzystéj pączka, na tém polega, że się poczyna rozrastać kosztem otaczającéj ją tkanki, i to w ten sposób, iż w części zewnętrznéj rozszérza się znacznie, a u ścianki wewnętrznéj (do osi łodygi zwróconéj) pozostaje w téj saméj prawie objętości. Taką koleją kształt komórki macierzystéj z promieniowo wydłużonego prostokątu (w wycinku podłużnym) zmienia się w trójkąt równoramienny, którego podstawa jest zwróconą ku zewnątrz, a ucięty wiérzchołek ku wewnątrz. Ta zmiana kształtu komórki macierzystéj już nam jéj przeznaczenie wskazuje; w rzeczywistości przeistacza się już ona w komórkę twórczą pączka. Los ten objawia się niebawem przez jéj podział za pomocą piérwszéj przegródki równoległéj do boku górnego (Tab. VII, fig. 3); wkrótce potém powstaje druga ścianka równoległa do boku spodniego (Tab. VII, fig. 6).

W młodym więc pączku mamy już komórkę twórczą i przez nią utworzone dwa odcinki boczne.

Aby rozpoznać teraz, w jakim kierunku powstają odcinki w komórce twórczéj, czy w podobny sposób jak w komórce twórczéj łodygi głównéj, lub téż odmiennie, musimy się udać do takich wycinków. któreby nam tę komórkę okazały w przecięciu prostopadłém do jéj osi; a więc do wycinków stycznych. Co się zaś tyczy wycinków poprzecznych z łodygi, to takowe dają obrazy podobne do tych, któreśmy na wycinkach podłużnych już widzieli (Tab. VII, fig. 5).

Wycinki styczne wykazały nam, że komórka twórcza pączka zrazu posiada już kształt ostrosłupa trójściennego, a odcinki tworzą się w niéj równolegle do płaszczyzn bocznych, tak jak to zresztą Sachs[1]) był zauważał. Położenie jednak tego ostrosłupa względem poziomu nie zupełnie ściśle jest określone, i dlatego rozmaite otrzymujemy tutaj przypadki jak to i nasze ryciny wykazują. W jednych (Tab. VII, fig. 4) komórka twórcza jest tak ustawioną, że u góry mamy płaszczyznę zupełnie do poziomu równoległą, u dołu zaś kąt téj płaszczyznie naprzeciwległy; w drugich zaś (Tab. VII, fig. 4 a), żadna z płaszczyzn komórki twórczéj nie jest równoległą do poziomu, a nawet jedna z nich znajduje się w kierunku prawie pionowym. Kombinując teraz obrazy wycinków stycznych z takiemiż podłużnych, łatwo już sobie uprzytomnić sposób dzielenia się komórki macierzystéj a zarazem i twórczéj pączka, i dójść do przekonania, że ta komórka w istocie od

[1]) l. s. c. p. 397.

początku już naśladuje najzupełniéj czynność komórki twórczéj łodygi.

Podczas kiedy to wszystko się dzieje, młodziutki pączek cokolwiek się ku zewnątrz wysuwa (Tab. VII fig. 3. 6), a pomiędzy nim i stawem nad nim leżącym tworzy się w powiérzchni pewna wklęsłość. Naprzeciw i odpowiednio do téj wklęsłości, tkanka pochwy, w któréj kącie powstał pączek, rozrasta się ku wewnątrz, tworzy w tém miejscu zgrubienie i wypełnia tę wolną przestrzeń, pozostawiając do czasu wązką aż do pączka doprowadzającą szczelinę. Wkrótce potém znajdujemy tę szczelinkę zupełnie przez to przerwaną, że wypukłość pochwy zrasta się całkowicie z wklęsłością międzywęźla, tuż po nad samym pączkiem. Od téj chwili pączek znajduje się już ze wszech stron zamkniętym przez tkankę pochwy, a więc rzeczywiście wewnętrznym (Tab. VII, fig. 7, 8) Otóż ta okoliczność, że wszyscy badacze znali tylko takie pączki już tkanką pochwy zewsząd otoczone, a nie starali się zbadać gruntownie ich najpiérwszych stopni rozwoju, stała się powodem, że błędne mniemanie o ich powstawaniu i znaczeniu morfologiczném dotąd nie zostało wycofaném z obiegu.

Ale wróćmy znowu do rozwoju naszego narzędzia. Wszystkie dotychczasowe części składowe pączka, a więc komórka twórcza i jéj odcinki, przybierają coraz znaczniejszą objętość, przy czém pączek rozszérza się głównie ku zewnątrz; powiérzchnia jego zewnętrzna (Tab. VII, fig. 7), a raczéj jego wiérzchołek, staje się tymczasem półkulistą. Odcinki, które się były oddzieliły od komórki twórczéj, zaczynają się dzielić we wszystkich trzech kierunkach

przestrzeni i coraz to silniéj; w ten sposób one dają początek tkance piérwszego nasadowego stawu pączka. Następnie pączek robi się na wiérzchołku jeszcze bardziéj wypukłym, komórka twórcza daje początek nowym odcinkom, a już potém dopiéro górna część tkanki piérwszego stawu i pochodząca od piérwszego obrotu odcinków podnosi się ku szczytowi w kształcie pierścienia. Jedném słowem dokoło stożka rostowego tworzy się obwarzanek tkanki, będący piérwszą pochewką pączka (Tab. VII, fig. 8).

Już przed zarysowaniem się téj piérwszéj pochewki zachodzi pewna zmiana w kierunku wzrostu samego pączka. W samém początku oś jego wzrostu znajdowała się prawie zupełnie w kierunku promienia łodygi głównéj; pomału jednak wiérzchołek pączka zagina się ku górze, by w końcu utworzyć z promieniem łodygi kąt mniéj więcéj równy 45 stopniom. Łatwo się domyśléć, że to skrzywienie pączka pochodzi najzupełniéj od tego, iż tkanka piérwszego stawu pączkowego wzrasta na stronie spodniéj silniéj aniżeli na górnéj Wzrost ten nierówny zdaje się nie być w żadnym związku z siłą ciężkości i nie odnosić się wcale do zjawisk ujemnego *geotropizmu*, gdyż się spostrzega tak w pączkach łodyg pionowo stojących do poziomu, jako téż i w pączkach poziomo rozesłanych kłączy. Jestto raczéj zjawisko *hyponastyi*, tak rozpowszechnione w państwie roślinném.

Silniejszy wzrost dolnéj strony piérwszego międzywęźla nietylko zmienia kierunek osi pączka względem promienia łodygi, ale ma tutaj także i inne morfologiczne znaczenie. W skutek takowego tworzy się od spodu pączka większa masa tkanki, w któréj

mogą się wykształcić nowe narzędzia: korzenie przybyszowe, o których powstawaniu teraz słów kilka powiemy.

Przytaczając literaturę odnoszącą się do zagadnień rozstrzyganych w naszéj pracy, wskazaliśmy, że dotąd sobie wyobrażano, iż korzenie skrzypów powstają z osobnych ku temu przeznaczonych pączków leżących bezpośrednio pod pączkami gałązkowemi. Dziwi nas to tylko, że Duval-Jouve prawdy nie wykrył, bo podał przecie dobrą rycinę [1]) która związek korzenia z gałązką należycie wykazuje. Cały błąd téj ryciny leży w tém tylko, że wiązka naczyniowa jest oznaczona i w międzywęźlu dolném obok przewodu powietrznego kory. Taki przypadek zajść nigdy nie może, bo te dwie rzeczy nie leżą nigdy w tym samym promieniu, lecz są zawsze naprzemianległe, o czém zresztą doskonale wiedział Duval-Jouve [2]), skoro nawet w innéj rycinie tego błędu wcale nie popełnił [3]).

Otóż mniemanie o pochodzeniu korzeni z osobnych pączków było zarówno monetą fałszywą, jak twierdzenie o wewnętrznym powstawaniu pączków gałązkowych. K o r z e n i e p r z y b y s z o w e p o w s t a j ą w d o l n é j s t r o n i e p i é r w s z e g o t y l k o m i ę d z y w ę ź l a p o d s a m ą n a s a d ą p i é r w s z é j p o c h e w k i p ą c z k a g a ł ą z k o w e g o.

Zdarzają się przypadki, że korzeń przybyszowy rozwija się u spodu pączka, w którym ani śladu

---

[1]) l. s. c. Tab I. fig. 7.
[2]) l. s. c. Tab. VI, fig. 9.
[3]) l. s. c. Tab. VII, fig. 11.

piérwszéj pochewki dopatrzyć się nie można; zdaje się wszelako, że w tych przypadkach pączek wzrastać już przestawał i przechodził w stan zaniku. Normalnie, przed zarysowaniem się piérwszéj pochewki nie można odszukać komórki macierzystéj korzenia, i jéj obecności na pewno oznaczyć. Dopiéro, kiedy ta pochewka wykształcać się poczyna (Tab. VII, fig. 8.), w jéj nasadzie i pod samą powiérzchnią tkanki znajdująca się komórka wypełnia się gęstém piérwoszczem, przybiéra daleko większe rozmiary od swych sąsiadek, staje się komórką macierzystą korzenia i od razu działać zaczyna jako komórka twórcza tego narzędzia. I tutaj, podobnie jak przy tworzeniu się pączków, nie udało się nam wykryć ściśle określonéj kolei w oddzielaniu się piérwszych odcinków od komórki macierzystéj. W jednych przypadkach znajdowaliśmy, że piérwszym odcinkiem w komórce macierzystéj był odcinek czapeczkowy, podczas kiedy w innych (Tab. VII, fig. 8.). odcinek czapeczkowy powstawał na końcu już po ujawnieniu się bocznych odcinków tkankorodnych.

Zaczątek korzenia przybyszowego tak łatwo dający się rozpoznać w tkance pączka pod jego piérwszą pochewką, inaczéj jest zwrócony względem promienia łodygi, niż sam pączek. Gdy oś tego ostatniego była pod kątem 45° ku górze zwrócona, oś powstającego korzenia jest wiérzchołkiem (czapeczką) ku zewnątrz i na dół skierowana, a z promieniem łodygi tworzy kąt ostry zwykle mniéjszy od 45°.

Skoro piérwsze podziały komórki macierzystéj korzenia już odbywały się zupełnie podług szematu korzeniowéj komórki twórczéj, to tém bardziéj na-

stępne uchylać się nie mogą od przepisanego im z góry prawidła, i tworzą zwykłym sposobem tkankę młodego korzenia zwężoną w nasadzie, a rozszérzającą się ku wiérzchołkowi aż do osiągnięcia zwykłéj średnicy korzenia skrzypów.

Tymczasem zajmijmy się znowu losem naszego pączka, a już późniéj powiémy, co się dzieje z raz już zarysowanym korzeniem.

Po utworzeniu się piérwszéj pochewki, zaokrąglony stożek rostowy zaczyna się silniéj wydłużać· niż dotąd, pochewka zaś wstępuje w jego ślady Skoro ta już doszła $^2/_3$ wysokości stożka rostowego wténczas zarysowuje się na nim druga pochewka w ten sam sposób, co i piérwsza. Tym samym trybem odbywa się i rozwój następnych pochewek, a pączek wzrastając coraz bardziéj w długość, zaczyna wykształcać swe tkanki, przebija pochwę, która go okrywała i występuje na zewnątrz jako młoda gałązka, stojąca do łodygi głównéj mniéj więcéj pod kątem 45°. W takiéj gałązce piérwsze międzywęźle pozostaje na zawsze bardzo krótkiém, nie wychodzi nigdy na zewnątrz, i tylko swą pochwę tam wystawia (Tab. VIII, fig. 9).

Dalszy wzrost gałązek bocznych i różniczkowanie się ich tkanek nie należą już do zakresu naszych badań; przypomnijmy więc tylko, że one w tym względzie naśladują najzupełniéj łodygę główną i są od niéj daleko cieńsze, a przeto uboższe co do liczby ząbków pochwy i karbów międzywęźli, ponieważ ta liczba równa się cztérem, a czasem trzem tylko.

Korzenie, które się wytworzyły w pączkach płonnéj łodygi nadziemnéj ulegają innemu losowi, aniżeli same pączki. Od chwili swego powstania, korzeń przybyszowy przez czas pewien wydłuża się i wykształca normalnie, tworząc na szczycie czapeczkę, a w swéj części osiowéj walec środkowy z naczyniami śrubowemi, nasadzającemi się bezpośrednio na wiązki naczyniowe piérwszego międzywęźla pączkowego. Rozwój ten ma miejsce przez określony przeciąg czasu, gdyż wrósłszy w tkankę otaczającą, korzeń wzrastać przestaje i nie wydobywszy się na zewnątrz, przechodzi w stan spoczynku.

Że taki korzeń w łodydze powietrznéj zamarłym nie jest, lecz się tylko znajduje w stanie spoczynku, o tém przekonywa nas zupełna świéżość jego tkanek. Już Hofmeister wspomina [1]), że korzenie przybyszowe Skrzypów mogą się długo znajdować w spoczynku i pomimo tego późniéj się rozwijać. Zdaje się jednak, że Hofmeister stósował to tylko do podziemnéj łodygi, podczas kiedy Duval-Jouve nietylko w łodydze nadziemnéj widział uśpione korzonki, które nazywa pączkami korzeniowémi, ale dowiódł doświadczalnie możliwości ich dalszego rozwoju [2]).

Z tego wszystkiego cośmy dotąd powiedzieli o stósunku korzeni spoczynkowych do pączka w łodydze nadziemnéj, wypada, że każdy pączek tworzy u dołu pod piérwszą pochewką jeden korzeń przybyszowy, przechodzący dość rychło w stan uśpienia. Tak téż jest rzeczywiście w większości przypadków, ale

[1]) l. s. c. pag. 97.
[2]) l. s. c. pag. 9.

nie zawsze. Zdarzało się nam widywać młode pączki, gdzie komórki macierzystéj korzenia wcale nie było; w późniejszym stopniu rozwoju, kiedy rozwinięty pączek już wylazł na zewnątrz, przeglądaliśmy wszystkie wycinki podłużne z tego pączka i czasem w żadnym z nich nie mogliśmy śladu korzenia się dopatrzyć. Z tych przeto spostrzeżeń wnosić musiémy, że korzeń przybyszowy pod pączkiem czasem najzupełniéj nie istnieje w łodydze nadziemnéj. Ogólne jednak prawidło, że się jeden taki korzeń znajdować powinien, bynajmniéj przez to nie traci swéj powagi. Dwóch korzeni pod jednym pączkiem nigdyśmy nie widzieli, a raz tylko w nasadzie piérwszéj pochwy znaleźliśmy komórkę macierzystą drugiego korzenia, podczas gdy piérwszy głębiéj się znajdował i był znacznie już rozwinięty.

Zobaczmy teraz co się dzieje z pączkami gałązkowemi w podziemnéj łodydze, czyli w kłączu.

Według zdania Hofmeistra pączki podziemne skrzypów, mogą długo spoczywać w stanie najpiérwotniejszym, jedno albo kilkokomórkowym, a zwykle tylko jeden z nich rozwija się w całym okółku, ale zato nader silnie [1]). Duval-Jouve daleko jaśniéj się wyraża w téj kwestyi i twierdzi, że w kłączu znajdują się okółka spoczywających pączków, z których tylko jeden albo dwa mogą dać początek nowym gałęziom kłącza [2]). Tenże autor najzupełniéj to samo powtarza we względzie okółków, z których powstają

[1]) l. s. c. pag. 94.
[2]) l. s. c. pag. 4.

nowe łodygi nadziemne [1]). Oprócz tego Duval-Jouve doświadczalnie dowiódł obecności pączków podziemnych; skoro wystawił podziemne części skrzypu na działanie światła, to po nad okółkiem istniejących korzeni wyrastał z pączków spoczynkowych okółek zielonych gałęzi [2]), Sachs wreszcie przyjmuje także obecność pączków spoczynkowych w kłączu [3]).

Brak materyjału odpowiedniego nie dozwolił nam doślédzić historyi rozwoju pączków podziemnych u skrzypu polnego. Niemniéj jednak jest rzeczą pewną, że się takowy odbywa zupełnie podobnie jak w płonnych łodygach nadziemnych; dopiéro późniéj pączki podziemne wpadają w podobny letarg, jak korzenie łodygi nadziemnéj. Scisłe badanie węzłów podziemnych łodygi płonnéj wykazało nam zupełnie ten sam związek pomiędzy korzeniami przybyszowémi a pączkami spoczynkowémi, jaki widzieliśmy poprzednio w łodydze nadziemnéj; stósunek tylko wykształcenia obu tych narzędzi jest tutaj wręcz odwrotnym. Każdy wycinek podłużny, który przeszedł przez oś korzenia i oś łodygi, dawał ten sam wypadek: obecność ukrytego pączka w tkance pochwy kłącza. Świéżość tych pączków uśpionych tłómaczy nam rezultat doświadczeń Duval-Jouvea, oraz nierzadko się w naturze zdarzające wyłażenie z pod ziemi okółka gałęzi po nad okółkiem dobrze już rozwiniętych korzeni.

Pączki zastojowe, o których mowa, znajdowaliśmy jedne więcéj, drugie mniéj wykształcone, co na-

[1]) ibid. p. 69.
[2]) ibid. p. 10.
[3]) l. s. c. pag. 397.

turalnie dowodzi, że chwila, w któréj następuje uśpienie, nie zależy tak ściśle od jakiegoś określonego stopnia rozwoju pączka. W wielu wypadkach znajdowaliśmy pączek z dobrze już wprawdzie wykształconym stożkiem rostowym, ale z jedną tylko pochewką, otulającą ten stożek aż do samego szczytu (Tab. VIII, fig. 8); druga pochewka zaledwie zaczynała się zarysowywać, jako lekkie przewężenie w nasadzie tegoż stożka. Inne pączki były od tamtych już nieco więcéj wykształcone, a zarazem i większéj objętości. Wyraźnych pochew w tych pączkach można było jednak cztéry tylko naliczyć: piérwsza z nich znacznie wystawała po nad stożek rostowy; druga dochodziła jego szczytu; trzecia połowy jego wysokości; a nareszcie czwarta dopiéro zaczynała się podnosić.

Pączki słabiéj rozwinięte nie zdradzają oczywiście swéj obecności przez żadne oznaki zewnętrzne (Tab. VIII, fig. 8); więcéj zaś rozwinięte i posiadające większą objętość, wyciskają tkankę otaczającéj je pochwy ku zewnątrz, tworząc w ten sposób brodawkę na jéj powiérzchni, tuż po nad miejscem wyjścia korzeni.

Międzywęźle nasadowe pączków zastojowych bywa krótsze lub dłuższe, ale zawsze zawiéra wiązki z wykształconemi naczyniami śrubowemi; pączki nadziemne znajdujące się w tym samym stopniu rozwoju, naczyń w téj dobie jeszcze nie posiadają. Rdzeń dolnéj części międzywęźla nasadowego bywa zwykle w większych pączkach zamarłym i zabarwionym ciemno-brunatno.

O genetycznym związku pomiędzy pączkami zastojowemi a korzeniami kłącza, wspomnieliśmy już poprzednio. Tutaj powtarza się to samo, cośmy obszerniéj rozbiérali mówiąc o pączkach gałązkowych; korzenie tylko doznają innego losu, bo dorastają stopy i więcéj długości, tworzą korzonki boczne i spełniają właściwą im czynność fizyjologiczną. Co się tyczy liczby korzeni wyrastających u skrzypu polnego z jednego pączka, to ta jest nader małą, dwa lub nawet tylko jeden. Te korzenie wyrastają zawsze od spodu nasadowego międzywęźla pączkowego, a jeśli się znajdują w liczbie podwójnéj, to często jeden nad drugim w téj saméj płaszczyźnie; kolej ich pojawiania się jest dowiérzchołkową w tym przypadku. Nietylko w naturze podobny widzieliśmy porządek powstawania korzeni, ale konserwując kłącze w powietrzu wilgotném, nowe korzenie zawsze się tworzyły ponad istniejącémi, a nigdy pod takowémi. Nareszcie zaledwie mówić potrzebujemy, że naczynia wykształcające się w walcu środkowym korzeni przybyszowych nasadzają się bezpośrednio na dolne wiązki naczyniowe pączka.

Korzeni przybyszowych innego pochodzenia jak dopiéro wspomniane, nigdy u Skrzypu polnego znaleźć nie mogliśmy.

Skrzyp mułowy.

(Equisetum limosum L.)

Jeżeliśmy obszerniéj się zastanowili nad rozwojem pączków u Skrzypu polnego, to przy rozbiorze tychże samych kwestyj u Skrzypu mułowego, będziemy mogli się uwolnić od obszerniéjszych opisów, aby nie powtarzać rzeczy poprzednio już wyjaśnionych

i dla téj zresztą przyczyny, że Skrzyp mułowy nie w każdym względzie był tak szczegółowo badanym, a służył nam raczéj tylko do sprawdzenia, o ile poprzednio otrzymane wypadki dadzą się do innych Skrzypów zastósować.

Ponieważ łodyga Skrzypu mułowego jest znacznie grubszą niż w gatunku poprzednim, więc téż i punkt rostowy jest większych rozmiarów; ta okoliczność, a również nieco późniéjsze ujawnienie się komórki macierzystéj pączka, i daleko częstsze ich zanikanie znacznie utrudniają poszukiwania.

Miejsce powstawania pączka gałązkowego w naszym gatunku jest najzupełniéj to samo, co i w poprzednim, a komórka macierzysta mniejszą lub większą powiérzchnią dotyka téj szpary, która dwie sąsiednie pochwy rozdziela (Tab. VIII fig. 1). Podziały jéj początkowe, a następnie wytworzenie stożka rostowego i piérwszéj dokoła niego pochewki, odbywają się podług już nam znanego prawidła. Piérwsze międzywęźle pączka wykształca się kosztem tkanki leżącéj pod piérwszą pochewką: w nasadzie téj ostatniéj tworzy się małe nabrzmienie tkanki, w którém się rychło zarysowywuje komórka macierzysta korzenia, zaczynająca się zaraz dzielić podług prawideł komórki twórczéj, i dająca początek korzeniowi przybyszowemu (Tab. VIII, fig. 6). Podobnież jak w Skrzypie polnym, korzeń ten rychło przechodzi w stan uśpienia, a nawet w tym samym stopniu rozwoju.

Dalszy rozwój pączka nic nie przedstawia szczególnego, a więc i godnego naszéj uwagi. Nie wszystkie jednak pączki ulegają temu losowi; znaczna ich ilość zamiéra, a wskutek tego nietylko część wiérz-

chołkowa łodygi jest również jak dolna ogołoconą z bocznych gałązek, ale nawet w jéj części środkowéj okółki są czasem bardzo niezupełne U Skrzypu polnego zamiéranie pączków rzadko się zdarza, a tutaj jest już rzeczą niemal prawidłową. Rzadko zdarza się ono w chwili, kiedy pączek już wylazł na zewnątrz; zwykle zaś ma miejsce, kiedy w pączku piérwsza pochwa przerosła po nad stożek rostowy, druga się z nim niemal zrównała, a czwarta już się zarysowała. Dolne międzywęźle przybiéra w takim pączku barwę ciemno-brunatną, stożek rostowy — różowo-pomarańczową, starsze zaś pochwy ciemnieją także. Kształt pączka z początku wcale się nie zmienia, dópiéro późniéj kurczą się i zsychają jego części delikatniejsze, a więc przedewszystkiém sam stożek rostowy.

Obecność takich pączków obumarłych w tych miejscach, z których powinny były wyrastać gałązki boczne, daje się łatwo wykryć na wycinkach podłużnych lub też poprzecznych; nawet gołem okiem można to miejsce rozpoznać, jako jasno-zieloną centeczkę na tle ciemno zielonêm i zawsze w nasadzie pochwy pomiędzy dwoma karbami. Gdybyśmy sobie jednak wyobrażali, że w każdém miejscu gdzie według prawidła pączek wytworzyć się powinien, znajduje się gałązka, albo téż pączek zamarły, to nieraz bylibyśmy w grubym błędzie. W jednym okółku kilku czasem pączków doszukać się nie możemy: śledząc zaś przyczyny tego braku, przekonywamy się, że ten zależy od najzupełniejszego nieistnienia odpowiednich komórek macierzystych, a więc zachodzi już nader wcześnie.

Ogołocenie dolnéj części łodygi powietrznéj pochodzi już z innéj wcale przyczyny, a mianowicie, że

pączki gałązkowe są tam zastąpione przez pączki korzeniowe, o których zaraz mówić będziemy; łodygowe zaś pączki, które się w takim okółku znajdują w liczbie jednego lub dwóch co najwyżéj, zamiérają, albo téż dają początek tyluż gałązkom daleko silniéj rozwiniętym, aniżeli zwykłe gałązki boczne, i stanowiącym, tak pod względem budowy, jakotéż rozmiarów, przejście pomiędzy normalnemi gałązkami i samą łodygą.

Łodygi podziemne skrzypu mułowego, a także podziemne części łodyg powietrznych, posiadają okółki korzeni przybyszowych, wyrastających zwykle po trzy lub cztéry (1—6) z tego samego miejsca, co gałązki boczne w łodygach nadziemnych.

Badanie połączenia tych korzeni z tkankami łodygi wykazuje, wbrew twierdzeniu Duval-Jouvea [1]), że mnogość korzeni wyrastających z tego samego punktu co pączek gałązkowy, nie daje się wcale sprowadzić do zwykłego tworzenia się korzonków w tkance korzenia macierzystego. Owszem, rozpatrywanie ich osady w czasie, kiedy nie wylazły jeszcze na zewnątrz, wykazuje wyraźnie, że mamy tam do czynienia z jednym pniem głównym, który raptownie rozszczepia się na kilka mniéj więcéj jednostajnie rozwiniętych korzeni i rozchodzących się razem z jego szczytu (Tab. VIII, fig. 5). Pomiędzy osadą korzeni nie można się dopatrzyć ani śladu pączka gałązkowego.

Młode bardzo łodygi Skrzypu mułowego zbiérane 18 kwietnia r. b., dały nam możność dość zupełnego zbadania rozwoju korzeni przybyszowych i nauczyły

---

[1]) l. s. c. pag. 5.

nas, że te ostatnie tworzą się zwykle z pączków wyłącznie ku temu celowi przeznaczonych, które dla téj przyczyny pączkami korzeniowemi nazwać możemy.

Pomiędzy takiemi pączkami wyłącznie korzeniowémi, a pączkami gałązkowémi nie ma zbyt ostréj granicy, skoro stopnie przejściowe nie rzadko się napotykają. Za podobne pączki przejściowe, uważamy takie, u których z początku wykształca się zwykłym sposobem stożek wiérzchołkowy, lecz do koła pochwa się wcale nie zarysowuje, a komórka twórcza traci rychło swą czynność i postać charakterystyczną, podzieliwszy się według praw zupełnie odmiennych niż dotąd. (Tab. VIII, fig. 4). Taki pączek oczywiście nie może się już wykształcić w gałązkę boczną i daje tylko początek korzeniowi przybyszowemu, tworzącemu się w tém samém prawie miejscu, co i w zwykłych pączkach gałązkowych.

Prawdziwe pączki korzeniowe powstają, o ile możemy o tém sądzić, z takich samych zewnętrznych komórek macierzystych, co i gałązkowe, i dopiéro późniéj zostają otoczone przez tkankę pochwy sąsiedniéj i od zewnątrz zupełnie zamknięte. Różnica w sposobie rozwoju objawia się jednak bardzo wcześnie, gdyż komórka macierzysta, zamiast się przeistoczyć w komórkę twórczą, dzieli się podłużnie i poprzecznie, jak się zdaje bez żadnego ściśle określonego porządku. W skutek tych podziałów tworzy się stopniowo tkanka stanowiąca pączek korzeniowy, w kształcie walca zwykle trochę rozszérzonego, na końcu zewnętrznym umieszczonego w kierunku promienia łodygi, lub tworzącego z takowém kąt ostry. (Tab. VII, fig. 9, 10).

W takich pączkach korzeniowych zaczynają się już wcześnie tworzyć korzenie, a więc naprzód komórki ich macierzyste, czyli twórcze. Jeżeli jeden tylko korzeń ma powstać w pączku, to w tym razie wykształca się jego komórka macierzysta w dolnéj stronie pączka i tuż pod powiérzchnią zewnętrzną; jeżeli zaś dwa, to druga komórka twórcza występuje po nad piérwszą, a więc w części górnéj. (Tab. VIII, fig. 2).

O koleji powstawania liczniéjszych korzeni są dzić tylko możemy z ich późniéjszego układu, który rozpoznawaliśmy na wycinkach stycznych względem łodygi wówczas uskuteczniauych, kiedy korzenie były jeszcze młode i w tkance jej ukryte. Otóż znaleźliśmy, że skoro dwa korzenie się tylko wytwarzają, to leżą jeden nad drugiém w saméj średnicy pączka; kiedy zaś trzy, to jeden z nich w górze jest osadzony, a dwa drugie na dole i obok siebie. Jeżeli liczba ich równała się cztérem, to one tworzyły czworobok często nieregularny, w środku którego mogły powstać jeden lub dwa korzenie, więcéj do dwóch dolnych niż górnych zbliżone, i podnieść tę liczbę do pięciu lub sześciu. Że wszystkie korzenie z jednego pączka powstające są nierównie rozwinięte, dolne zwykle więcéj niż górne, a środkowe najsłabiéj, przeto, w braku lepszego dowodu, musimy ztąd wnosić o takiéjże kolei wytwarzania się ich komórek macierzystych w tkance samego pączka.

Skoro komórka twórcza raz się już wykształciła, to stopniowo zaczyna tworzyć korzeń przybyszowy, który wydłużając się wrasta w tkankę kłącza i nareszcie przechodzi w stan spoczynku (nadziemne nagie węzły

dolne), lub téż na zewnątrz wyłazi (podziemne węzły) i spełnia nadal zwykłą mu czynność. Tkanka samego pączka wcześnie tworzy w swém wnętrzu walec środkowy a w nim naczynia, których bezpośrednim, rzéc można, przedłużeniem stają się naczynia korzeni przybyszowych z pączka wyrastających.

Gdybyśmy teraz zapytali siebie, ażali komórki macierzyste pączków korzeniowych nigdy przy swym podziale piérwotnym nie okazują skłonności do utworzenia łodygowéj komórki twórczéj, to moglibyśmy tę tylko otrzymać odpowiedź, że takiéj komórki zwykle nie ma ani śladu, ale układ komórek w wiérzchniéj części pączka czasem bywa takim, że przypuścić należy, iż tam taka komórka z początku rzeczywiście stniała, lecz zaraz przeszła w stan komórki rostowéj, na wzór swych odcinków. (Tab. VII, fig. 10).

Pączki korzeniowe, których rozwój i znaczenie w życiu rośliny postaraliśmy się obecnie skréślić, znajdują się wprawdzie nie w jednych częściach podziemnych Skrzypu mułowego, ale w tych tylko spełniać mogą swe przeznaczenie prawdziwe, a mianowicie tworzyć przybyszowe korzenie, jako organa pobiérania pokarmu. Węzły podwodnych ale już nadziemnych stawów, oraz te dolne węzły powietrzne, które zazwyczaj są z gałązek bocznych ogołocone, właśnie dla tego gałązek nie tworzą, że w nich nie wyrabiają się wcale pączki mające podobne przeznaczenie; tam powstają same tylko pączki korzeniowe, których korzenie, również jak korzenie innych pączków nadziemnych, przechodzą w stan spoczynku, swą świéżość zachowują dość długo i w odpowiednich okolicznościach zapewne normalnie rozwinąćby się mogły.

Z tego cośmy już wyżéj powiedzieli, jest rzeczą oczywistą, że nie wszystkie pączki węzłów nie tworzących gałązek, muszą być koniecznie korzeniowemi wyłącznie; owszem w jednym okółku znajdują się często jeden albo nawet i dwa pączki, które rozwijają się podług wzoru wiérzchołka łodygi, a więc od razu silnie rozrastają się w szérz (Tab. VIII, fig. 7), i dają początek nowym odnogom kłącza, nowym łodygom nadziemnym lub w nasadzie tych ostatnich grubym gałązkom, trzymającym środek pomiędzy łodygami, a zwykłemi gałązkami bocznemi. Jednak pomimo tak silnego ich rozwoju piérwsze międzywęźle pozostaje zawsze krótkiém i ukrytém w tkance osi głównéj, a korzeń przybyszowy, tworzący się pod nasadą piérwszéj pochwy pączka (Tab. VIII, fig. 7), przechodzi, o ile nam wiadomo, w stan spoczynku nie wydobywszy się na zewnątrz; nawet wtenczas jeżeliby to był pączek łodygowy pod ziemią się wykształcający.

Wyniki ogólne.

Gdyśmy wyłuszczyli nareszcie nasze badania nad pączkiem Skrzypów, pozostaje nam jeszcze rzucić okiem po za siebie, by uwydatnić te fakty, jakie nauce przyniosły nasze poszukiwania, i zwrócić szczególnie uwagę na to, co ma największą doniosłość dla morfologii tych roślin.

Dotychczas przyjmowano, że wszystkie pączki Skrzypów są przybyszowe, pomimo iż miejsce ich powstawania dające się matematycznie obrachować, zaprzeczało temu przypuszczeniu. Za przykładem Hofmeistra twierdzono nawet, że pączki powstają zawsze

z komórek macierzystych, znajdujących się w głębi tkanki części nasadowéj pochwy.

Mniemanie to okazało się być zupełnie błędném, skorośmy wykazali, że komórka macierzysta pączka jest zawsze zewnętrzną i znajduje się w głębi szpary rozdzielającéj dwie młode sąsiednie pochwy.

Już Sachs wypowiedział, że komórka macierzysta pączka zaraz się dzieli podług wzoru łodygowéj komórki twórczéj. Myśmy to istotnie spostrzegli przy tworzeniu się pączków gałązkowych, a także i pączków spoczynkowych podziemnych, ale nie znaleźliśmy prawidłowości, ani w kolei powstawania piérwszych trzech odcinków, ani téż w ich położeniu względem poziomu.

Dotąd sądzono, że korzenie Skrzypów tworzą się z osobnych pączków wyłącznie ku temu przeznaczonych i stanowiących okółek znajdujący się bezpośrednio pod okółkiem pączków gałązkowych.

Bezzasadność tego twierdzenia jest najzupełniejszą, ponieważ takiego drugiego okółka pączków nigdzie nie ma; nam udało się wykazać, że korzenie Skrzypu polnego powstają zawsze z piérwszego międzywęźla pączkowego, które jest zawsze ukrytém w tkance łodygi. Komórka macierzysta korzenia, a zarazem i twórcza, powstaje tuż pod powiérzchnią spodniéj strony tego międzywęźla, poniżéj nasady piérwszéj pochewki.

W łodygach podziemnych skrzypu mułowego, a także w nasadowéj części jego łodygi nadziemnéj w tém miéjscu z gałązek ogołoconéj, nie ma zwykłych pączków gałązkowych: tam tworzą się nieliczne, lecz duże pączki łodygowe, a oprócz nich rzeczywiste pączki

korzeniowe. Te ostatnie powstają w miéjscu zwykłém i z takiéjże saméj komórki macierzystéj, ale jéj podziały już są zupełnie inne, a i sam kształt pączka odmienny. W tkance tych pączków, bezpośrednio pod powiérzchnią zewnętrzną, różniczkują się korzeniowe komórki twórcze, które dają początek tyluż (1—6) korzeniom przybyszowym.

Gdybyśmy koniecznie chcieli pączki korzeniowe skrzypu mułowego podciągnąć pod wzór zwykłych pączków gałązkowych, to wypadałoby je fizyjologicznie przyrównać do piérwszego międzywęźla pączkowego, i przypuścić, że w tym przypadku stożek rostowy pączka zanika całkowicie.

Na zakończenie naszych wyników dodać jeszcze musimy, że nasze badania podziemnych części Skrzypu błotnego *(Equisetum palustre)*, wykazały, że się tam znajdują pączki gałązkowe w stanie spoczynku, z których piérwszego międzywęźla biorą początek wszystkie korzenie przybyszowe; jedném słowem, że skrzyp błotny pod względem stósunku korzeni do pączków podziemnych zupełnie tak się zachowuje, jak skrzyp mułowy.

Objaśnienie rycin.

Tablica VII.

Skrzyp polny. *(Equisetum arvense).*

Fig. 1. Przekrój podłużny wiérzchołka łodygi. Komórka macierzysta pączka juz się wyróżniła na granicy pomiędzy dwiema najmłodszemi pochwami. Krésy grubsze

oznaczają granice piérwotnych odcinków. Powiększenie 200 razy.

Fig. 2. Przekrój podobny do poprzedniego. Komórka macierzysta jest wyraźnie zarysowaną w głębi szczeliny pomiędzy dwiema pochwami po sobie następującemi. Powiększenie 200.

Fig. 3. Przekrój podłużny. Komórka macierzysta pączka już się podzieliła równolegle do górnéj powierzchni. Pow. 200.

Fig. 4. Przekrój styczny wykazujący sposób podziału komórki macierzystéj i kształt trójboczny komórki twórczéj. Strzałka oznacza kierunek osi łodygi, gdyż litograf narysował preparat cokolwiek ukośnie. Powiększenie 200.

Fig. 4 a. Przekrój styczny z innego pączka w tym samym stopniu rozwoju. Pow. 200.

Fig, *5*. Przekrój poprzeczny z łodygi blizko jéj wiérzchołka. Grubsza krésa oznacza granicę piérwotnego sekstantu; niedaleko znajduje się komórka macierzysta pączka. Pow. 200.

Fig. 6. Przekrój podłużny, na którym widać odcinki wytworzone od góry i od dołu przez komórkę macierzystą. Pow. 200.

Fig. 7. Pączek znacznie starszy, przecięty podłużnie. Z odcinków piérwotnych zaczyna się tworzyć tkanka piérwszego międzywęźla pączkowego. Pochwa sąsiednia zrosła się ponad pączkiem z tkanką wyższego międzywęźla. Powiększenie 200.

Fig. 8. Przekrój podłużny więcéj wykształconego pączka, który znacznie wrósł w tkankę sąsiedniéj pochwy, wytworzył stożek rostowy i zaczątek piérwszéj pochewki, oraz wiérzchołkiem ku górze się zwrócił. Poniżéj piérwszéj pochewki widać z dołu komórkę twórczą korzenia przy-

byszowego, która już według swego prawidła dzielić się zaczęła: lewy jéj odcinek jest czapeczkowym. Pow. 200.

Skrzyp mułowy. *(Equisctum limosum.)*

Fig. 9, Wycinek podłużny, który przeszedł przez pączek korzeniowy dość już wykształcony i zawiérający od dołu jednę korzeniową komórkę twórczą. Pow. 200.

Fig. 10. Wycinek podłużny z cokolwiek starszego pączka korzeniowego, posiadającego jednę korzeniową komórkę twórczą. Pow. 200.

Tablica VIII.

Fig. 1. Komórka macierzysta pączka u tegoż samego skrzypu. Powiérzchnia jéj zetknięcia się ze szczeliną jest bardzo małą i mniéjszą aniżeli w zwykłych przypadkach. Pow. 200.

Fig. 2. Pączek korzeniowy z dwiema korzeniowemi komórkami twórczemi przecięty podłużnie. Pow. 200.

Fig. 3. Tenże sam preparat odrysowany z przyległemi częściami, dla wykazania położenia pączka i jego związku z tkankami łodygi. W międzywęźlach górném i dolném, oraz w ich pochwach oznaczone zostały wiązki włókno-naczynne i (czarną krésą) naczynia w tych ostatnich zawarte. Pow. 20.

Fig. 4. Pączek z dolnéj części nadziemnéj łodygi, przecięty podłużnie. Komórka twórcza stożka rostowego podzieliła się wzorem swych odcinków, pochewki nie ma wcale, a u spodu tworzy się korzeń przybyszowy. Powiększenie 200.

Fig, 5. Przecięcie podłużne pączka korzeniowego, z którego wyrastają dwa korzenie. W tkance pączka wykształciły się już naczynia, które za pośrednictwem pierścienia siatkowatych komórek naczyniowych łączą się

z górną wiązką włókno-naczynną, zawiérającą przewód powietrzny. Pow. 20.

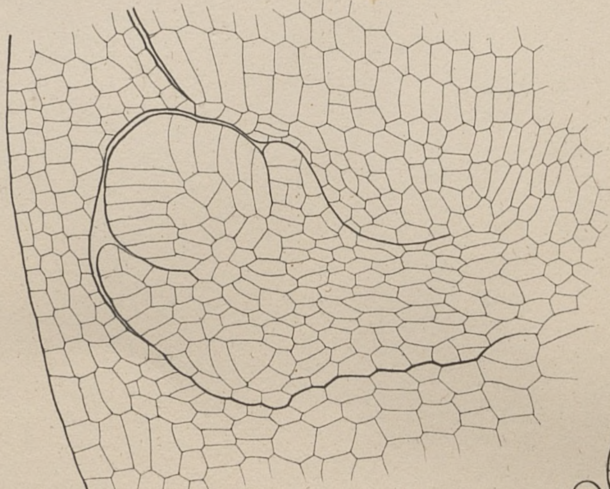
Fig. 6. Pączek gałązkowy przecięty podłużnie. Stożek rostowy jest otoczony jedną pochewką, pod którą tworzy się korzeń przybyszowy; w nasadowém międzywęźlu już wytworzyły się naczynia śrubowe. Pow. 20.

Fig. 7. Pączek łodygowy z dolnéj części nadziemnéj łodygi. Ze spodu piérwszego międzywęźla wyrasta korzeń, który przeszedł już w stan spoczynku. Pow. 20.

Skrzyp polny.

Fig. 8. Przecięcie podłużne z węzła łodygi podziemnéj. W głębi nasady pochwy znajduje się pączek gałązkowy w stanie spoczynku; z jego piérwszego międzywęźla wyrasta na zewnątrz korzeń przybyszowy odcięty blizko swéj nasady. Pow. 20.

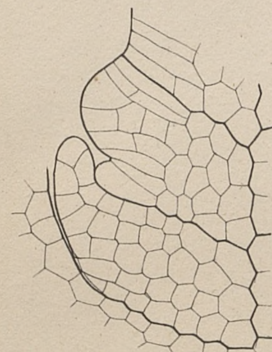
Fig, 9. Przecięcie osiowe z węzła łodygi nadziemnéj; gałązki boczne zostały wyrwane, a pozostała z nich tylko nasada z piérwszą pochewką. Pod każdém z krótkich międzywęźli nasadowych znajduje się jeden korzeń w stanie spoczynku. W górném międzywęźlu łodygi przecięte zostały dwie wiązki włókno-naczynne z ich przewodami powietrznemi. Pow. 20.



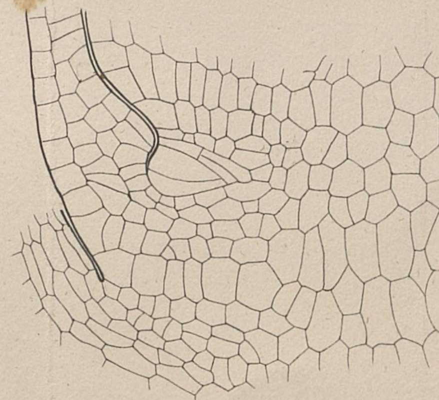
8.



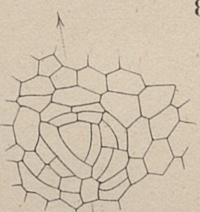
5.



1.



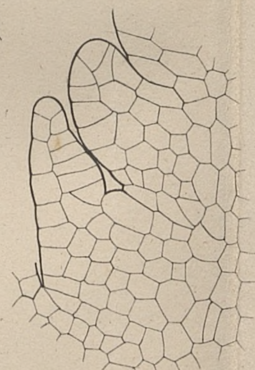
6.



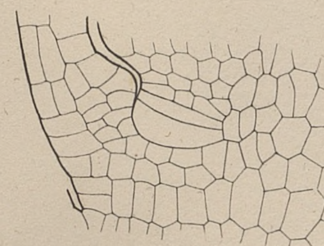
4.



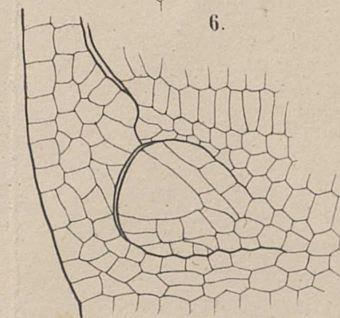
4 a.



2



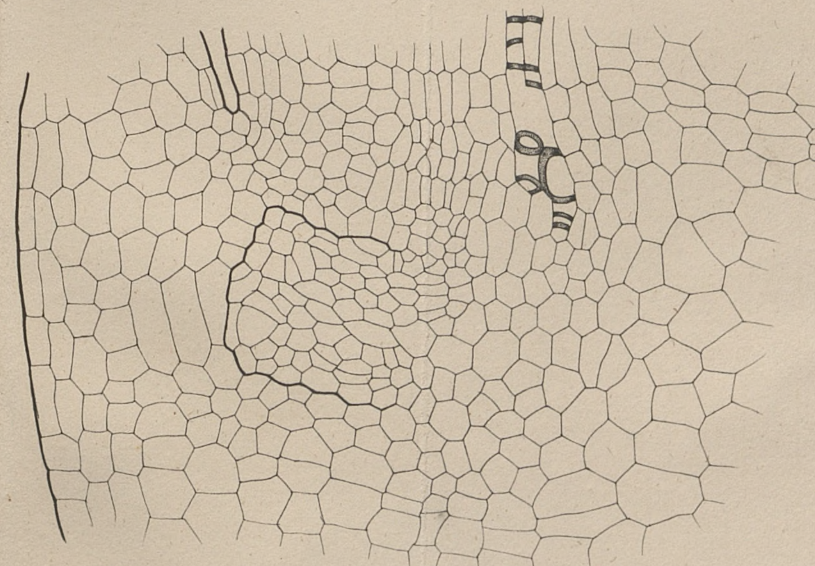
3.



7.



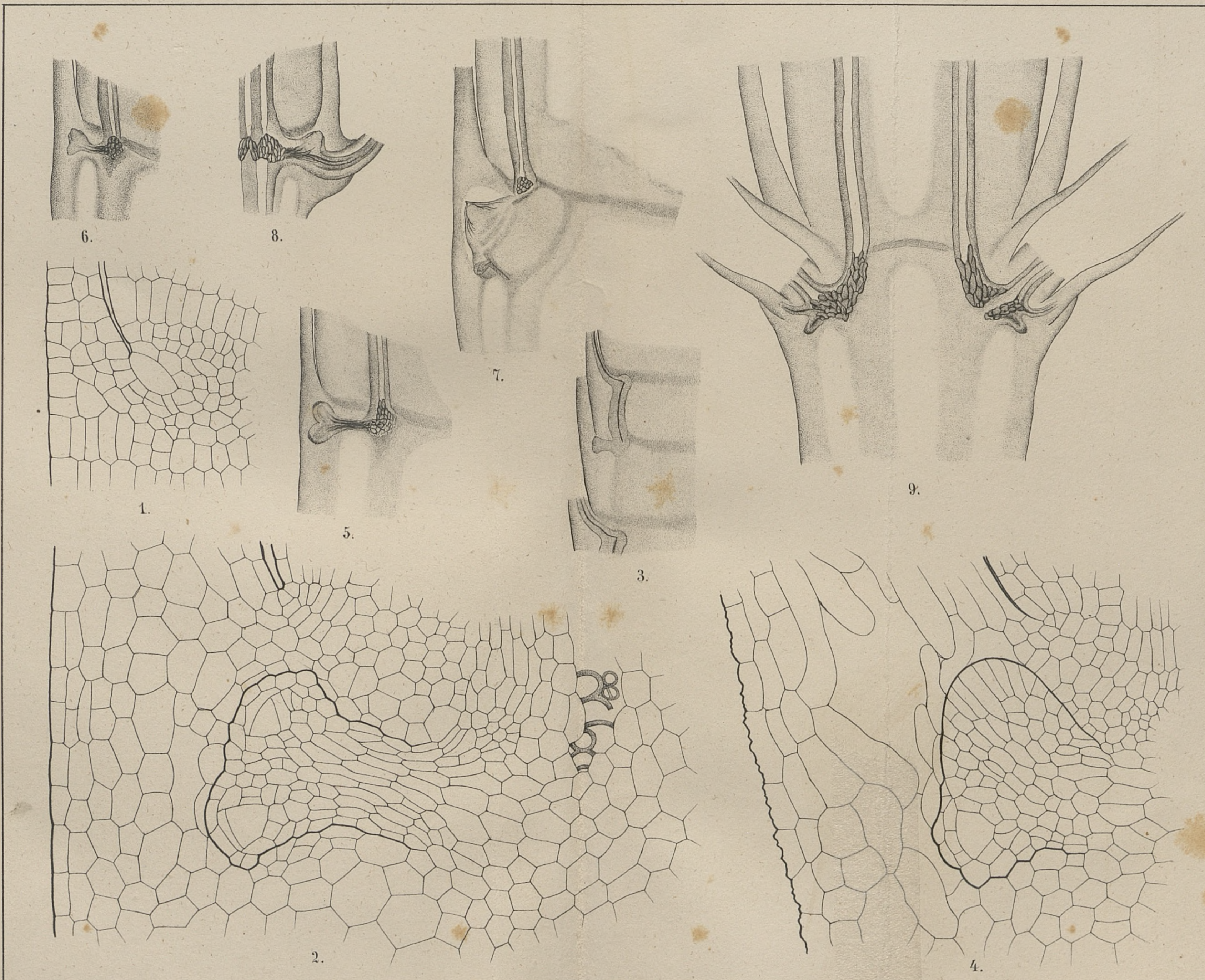
10.



9.

Ed. Janczewski del.

Litogr. M. Salba w Krakowie.



Ed. Janczewski del.

Litogr. M. Salba w Krakowie.